

расчета процесса каплеобразования, разработанные на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики Национального исследовательского Томского политехнического университета [6, 14].

С применением математической модели выполнены исследования влияния концентрации химического реагента и расхода эмульсии на показатели процесса каплеобразования (табл. 2-4): диаметр капель воды, поверхностное натяжение и длину трубопровода, необходимую для формирования капель.

С применением математической модели выполнены исследования, которые показали, что диаметр капель, поверхностное натяжение и длина трубопровода с увеличением концентрации деэмульгатора уменьшаются при прочих равных условиях. Анализ результатов влияния расхода эмульсии на диаметр капли показал, что с увеличением расхода эмульсии диаметр капель уменьшается, а, следовательно, эффективность процесса каплеобразования и в дальнейшем процесса отстаивания воды снизится.

Таким образом, учет в математической модели влияния концентрации деэмульгатора на поверхностное натяжение позволит нам спрогнозировать влияние реагента на эффективность процесса каплеобразования при промышленной подготовке нефти и определить наиболее эффективные режимы процесса разрушения водонефтяной эмульсии.

Литература

1. Афанасьев Е.С., Римаренко Б.И., Ясьян Ю.П., Горлов С.Г. Исследование деэмульгирующей способности лаппролов//Нефтепереработка и нефтехимия., 2/2011. – С.31 – 36.
2. Газизов А.Ш., Газизов А.А., Никифоров А.И., Никифоров Г.А., Муслимов Р.Х., Бахтеев Р.Х. Научно-технические основы создания энергосберегающих технологий для наращивания ресурсной углеводородной базы нефтеотдачи пластов//Нефтепромысловое дело, 4/2010. – С.10 – 20.
3. Глаголева О.Ф., Капустина В.М. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. – М.: Химия, 2007. – С. 275 – 287.
4. Голубев М.В., Халикова А.И. Оптимизация процесса подачи деэмульгатора//Нефтегазовое дело, 2/2004. – С.80 – 83.
5. Игнатов А.Н., Селезнев А.А., Абдуллин Р.М., Кореняко А.В. Физико-химические и фильтрационные исследования гидрофобизирующих реагентов//Нефтепромысловое дело, 1/2013. – С.30-40.
6. Ким С.Ф., Ушева Н.В., Самборская М.А., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А. Моделирование процессов разрушения водонефтяных эмульсий для крупнотоннажных технологий подготовки нефти //Фундаментальные исследования, 8/2013. – С. 626 – 629.
7. Климова Л.З. Получение, исследование свойств и применение новых деэмульгаторов водонефтяных эмульсий: Автореферат. Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Москва, 2002. – 24 с.
8. Магадова Л.А., Ефимов М.Н., Ефимов Н.Н., Черыгова М.А. Управление технологическими свойствами углеводородных суспензий цемента с помощью композиции ПАВ//Технология нефти и газа, 2/2011. – С.25 – 29.
9. Пат. 2294956 Российская Федерация МПК C10G33/04. Способ подготовки нефти с повышенным содержанием механических примесей / Гумеров А. Г., Карамышев В. Г., Ходжаев В.В.; Патентообладатель: Государственное унитарное предприятие "Институт проблем транспорта энергоресурсов" ГУП "ИПТЭР". – № 2005128013/04; Заявл. 07.09.2005; Оpubл. 10.03.2007, Бюл. № 7. – 6 с.
10. Пат. 2359994 Российская Федерация МПК C10G33/04. Способ деэмульгирования нефти бинарным деэмульгатором / Роголев М. С., Магарил Р. З.; Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Тюменский государственный нефтегазовый университет". – № 2008113685/04; Заявл. 07.04.2008; Оpubл. 27.06.2009, Бюл. № 18. – 6 с.
11. Пузин Ю.И. Практикум по химии нефти и газа: учебн. Издание. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – 142 с.
12. Тронов В.П. Системы нефтегазосбора и гидродинамика основных технологических процессов. – Казань: Фэн, 2002. – 512 с.
13. Шарифуллин А.В., Шарифуллин В.Н., Хуснуллин Р.Р. Особенности турбулентных течений нефтяных эмульсий в присутствии полимеров и поверхностно-активных веществ//Технологии нефти и газа, 5/2011. – С.12 – 17.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИСАДОК И НИЗКОЧАСТОТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Н.Н. Ядревская¹

Научные руководители доцент Н.В. Ушева¹, старший научный сотрудник Ю.В. Лоскутова²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Разработка новых высокоэффективных энергосберегающих технологий освоения нефтяных месторождений, добычи и транспорта проблемных нефтей для улучшения их текучести и стабильности при хранении тесно связана с изучением особенностей вязкостно-температурного поведения таких нефтей при воздействии внешних факторов в условиях пониженных температур.

В работе было исследовано влияние депрессорной присадки комплексного действия и низкочастотного акустического воздействия на вязкостно-температурные свойства и состав дисперсной фазы высокопарафинистой высокозастывающей нефти Ондатрового месторождения (Томская область). Нефть при комнатной температуре является легкой, маловязкой с высоким газовым фактором, однако, за счет повышенного содержания парафинов характеризуется высокой температурой застывания (минус 4,4 °С), в ней отсутствуют асфальтены и содержится порядка 5 % мас. смол.

Низкочастотную акустическую обработку (НАО) проводили на лабораторном аналоге промышленно выпускаемого вибратора ВЭМА-0,3 в течение 1 минуты после охлаждения до 0 °С и термостатирования при

данной температуре в течение 1 ч. В качестве добавки использовали присадку Difron 3004 (D04), обладающую депрессорными, ингибирующими парафинообразование и диспергирующими свойствами (концентрация в нефти 0,03 % мас.).

Для нефти после различных типов обработки были получены зависимости динамической вязкости нефти от температуры. Установлено, что добавка присадки D04 в нетермостатированную нефть в отрицательной области температур приводит к увеличению вязкости, а после НАО вязкостно-температурные свойства термостатированной при 0 °С нефти ухудшаются во всем температурном диапазоне (рис.1 а). Однако при совместном использовании НАО и присадки предел текучести сдвигается в низкотемпературную область, а вязкость нефти, например, при температуре 10 °С понижается более чем в 10 раз.

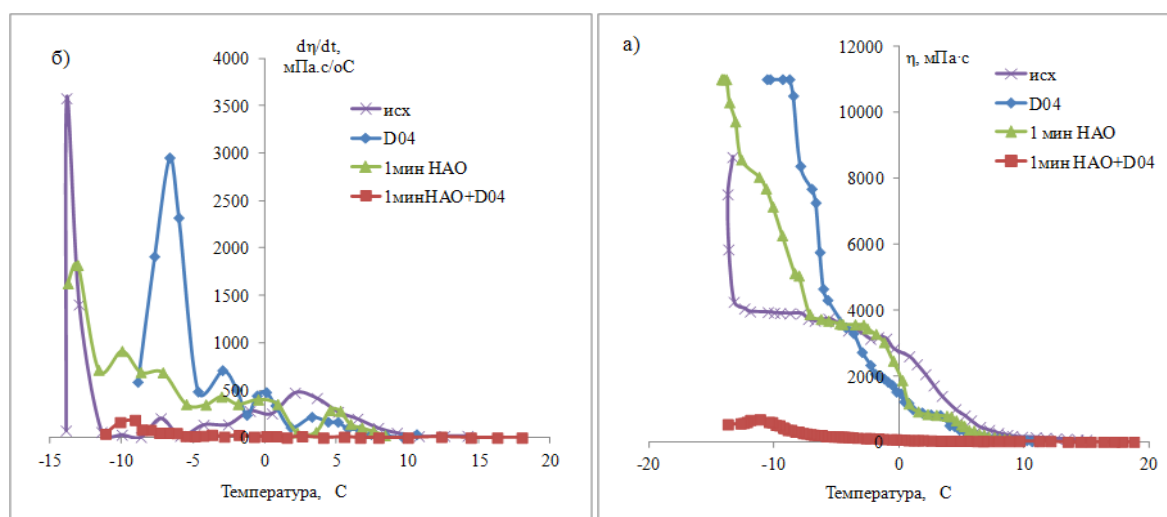


Рис. 1. Вязкостно-температурные (а) и дифференциальные $d\eta/dT$ (б) кривые нефти после обработки

Дифференциальные кривые зависимости температурного коэффициента вязкости $d\eta/dT$ от температуры нефти представлены несколькими участками, которые существенно отличаются по скорости изменения вязкости и имеют один максимум, приближенный к температуре спонтанной кристаллизации. Ввод присадки D04 в нефть сдвигает максимум в область более высоких температур. После совместного действия НАО и присадки на кривых появляются протяженные линейные участки со слабовыраженным максимумом.

НАО сопровождается ростом как температуры помутнения $T_{п}$, так и температуры спонтанной кристаллизации $T_{сп}$. Также по вязкостно-температурным зависимостям была рассчитана энергия активации вязкого течения $E_{вт}^a$ обработанных в различных условиях образцов нефти. Показано, что после НАО или ввода присадки происходит понижение $E_{вт}^a$. Максимальное же снижение энергии активационных процессов наблюдается также после комплексной обработки.

Таблица 1

Энергетические параметры нефти Ондатрового месторождения

Образец нефти	$T_{п}, ^\circ\text{C}$	$T_{сп}, ^\circ\text{C}$	$E_{вт}^a, \text{кДж/моль}$	$W, \text{кДж}$
исходный	14,8	-8,5	91,4	0,79
0,03 % мас. D04	-	-6,7	47,3	0,22
1мин НАО	16,1	-6,7	47,3	0,30
1минНАО+0,03 %мас. D04	12,8	-9,1	49	0,04

Для характеристики прочности структур, формирующихся при температурах фазовых переходов, были сняты кривые течения прямого и обратного хода при температуре 0 °С (рис. 2). По площадям петель гистерезиса рассчитаны величины внутренней энергии разрушения дисперсной системы W (табл. 1). Площадь петли гистерезиса обработанной присадкой нефти, существенно ниже, чем для исходной. После НАО ход кривых прямого и обратного хода нефти сближается, скорость разрушения и восстановления тиксотропной структуры выравниваются, а значения энергии W при этом снижаются. Комплексная физико-химическая обработка охлажденной нефти с последующим вводом в присадки приводит к резкому уменьшению размеров петли гистерезиса и сопровождается 20-ти кратным снижением внутренней энергии системы.

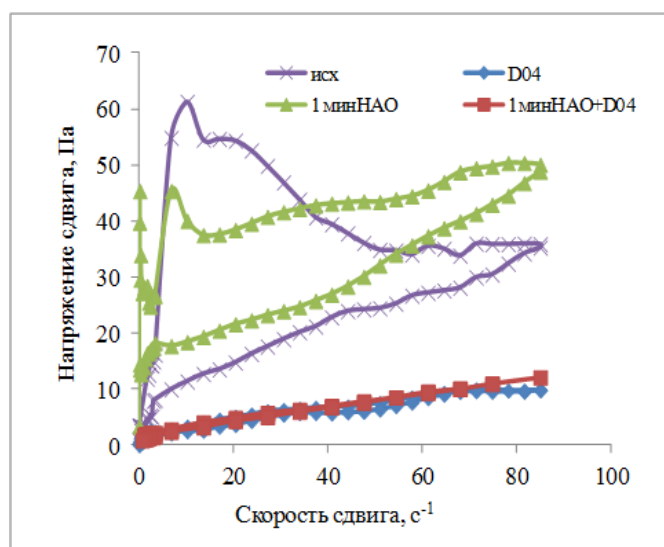


Рис. 2. Кривые течения прямого и обратного хода нефти после различного вида обработки

Добавка в нефть присадки на 7 °С снижает температуру застывания и на 97 % количество нефтяного осадка (рис. 3). Акустическое воздействие на нефть, напротив, приводит к увеличению температуры застывания, количество нефтяного осадка при этом снижается незначительно. Введение в охлажденную и обработанную полем нефть присадки D04, напротив, существенно улучшает депрессорный эффект, понижая температуру застывания на 20 °С. При этом сохраняется высокая ингибирующая способность присадки снижать количество образующегося нефтяного осадка на металлической поверхности оборудования.

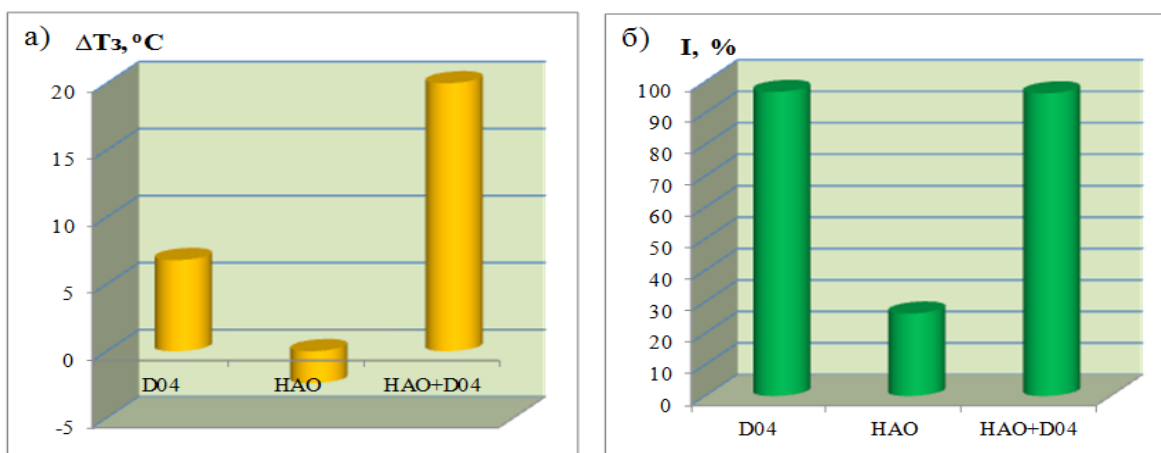


Рис. 3. Изменение температуры застывания ΔT_z (а) нефти и ингибирующей способности I (б) после НАО и ввода присадки

Таким образом, обработка только низкочастотным акустическим полем высокопарафинистой нефти при температуре, близкой к температуре застывания, приводит к увеличению температуры застывания и интенсивности парафиноотложения. Комплексная физико-химическая обработка охлажденной нефти приводит к практически полному разрушению тиксотропной структуры, что сопровождается резким снижением вязкостно-температурных характеристик, а также уменьшению энергетических параметров.